第41卷 第3期
2024年3月

干 旱 区 研 究
ARID ZONE RESEARCH

Vol. 41 No. 3
Mar. 2024

DOI:10.13866/j.azr.2024.03.16

柴达木盆地可鲁克湖-托素湖自然保护区鸟类多样性

朵海瑞[1]， 傲云巴特尔[2]， 吾 健[3]， 罗洪巍[3]， 同德兴[2]，
孔繁燕[2]， 杨 芳[4]， 魏婷婷[4]

（1. 青海师范大学,青海 西宁 810000；2. 青海可鲁克湖托素湖省级自然保护区服务中心,
青海 德令哈 817000；3. 德令哈市林业和草原局,青海 德令哈 817099；
4. 青海多美生态环保科技有限公司,青海 西宁 810000）

摘 要：可鲁克湖-托素湖自然保护区是全球候鸟迁徙网络中亚迁飞通道上鸟类在柴达木盆地荒漠区唯一的大型补给站和停歇地,是以迁徙鸟类为主要保护对象的自然保护区。2019—2021年综合采用多种调查方法对保护区鸟类种类和个体数进行监测记录。结果表明:区域共记录鸟类18目43科138种,其中国家一级保护动物10种,国家二级保护动物24种,夏候鸟和旅鸟是鸟类群落的重要组成部分,占比分别为40.58%和29.71%。与2019年相比,2021年保护区鸟类多样性指数和均匀度指数均呈增加趋势,物种数增加37种,个体数由7045只增加至24552只,其中黑颈鹤(*Grus nigricollis*)和赤嘴潜鸭(*Netta rufina*)的个体数达到全球种群数量1%标准,该保护区对于这两种水鸟而言具有国际重要意义。水鸟种类的增加,赤嘴潜鸭(*Netta rufina*)、普通秋沙鸭(*Mergus merganser*)等7种鸟类居留型的改变可能与区域气候变化有关。该研究结果为该保护区申请国际重要湿地、开展深入的生物多样性监测提供契机。

关键词：湿地；可鲁克湖-托素湖自然保护区；鸟类群落组成；鸟类多样性

被誉为“聚宝盆”的柴达木盆地位于青藏高原北部边缘,是一个封闭的大陆性内陆干旱荒漠盆地,是青海省生物多样性的关键地区之一[1]。鸟类是生物多样性的重要组成部分[2-3],鸟类群落的组成和多样性动态直接反映湿地生态系统的变化[4]。鸟类多样性监测是开展鸟类多样性保护的重要基础工作,研究鸟类多样性对于维持区域生物多样性、及时发现环境变化都有重要作用。

可鲁克湖-托素湖自然保护区(以下简称可鲁克湖-托素湖保护区)位于柴达木盆地东北部,是荒漠地带湖泊湿地生态系统的典型代表,处于全球候鸟迁徙网络中亚迁飞通道上。目前对可鲁克湖-托素湖保护区的研究主要集中在地质、水资源方面[5-8],对于其鸟兽资源的调查尚未开展。为此我们开展本研究,以掌握区域鸟类资源概况,优势鸟种和受保护物种栖息状况,为保护区的管理提供科学依据。

1 数据与方法

1.1 调查方法

可鲁克湖-托素湖保护区(37°01′′~37°21′′N,96°44′′~97°25′′E)位于柴达木盆地东北部,湿地面积398 km^2,可鲁克湖面积54.25 km^2(淡水湖),托素湖面积141.86 km^2(咸水湖)。研究区气候属于典型大陆性气候,年平均气温为2.8 ℃,年降水量为264.9 mm,年蒸发量2736.2 ~ 3505.6 mm。考虑道路交通的可达性,在可鲁克湖-托素湖保护区共设置了3条大样线27个固定样点(图1)。托素湖周边几乎没有道路,故样点较少。

于2019年3—8月、2020年3—12月、2021年3—11月每月进行1次鸟类监测。采用样线、样点结合的方法。选择在晴朗、风力较小(一般在3级以下)的天

收稿日期:2023-09-07； **修订日期**:2023-11-29
基金项目:中央林业改革发展资金湿地保护与恢复项目,自然保护区补助项目
作者简介:朵海瑞(1978-),男,副教授,主要从事3S综合利用、野生动植物保护研究. E-mail: duohr@126.com
通讯作者:魏婷婷. E-mail: lilyting08@163.com

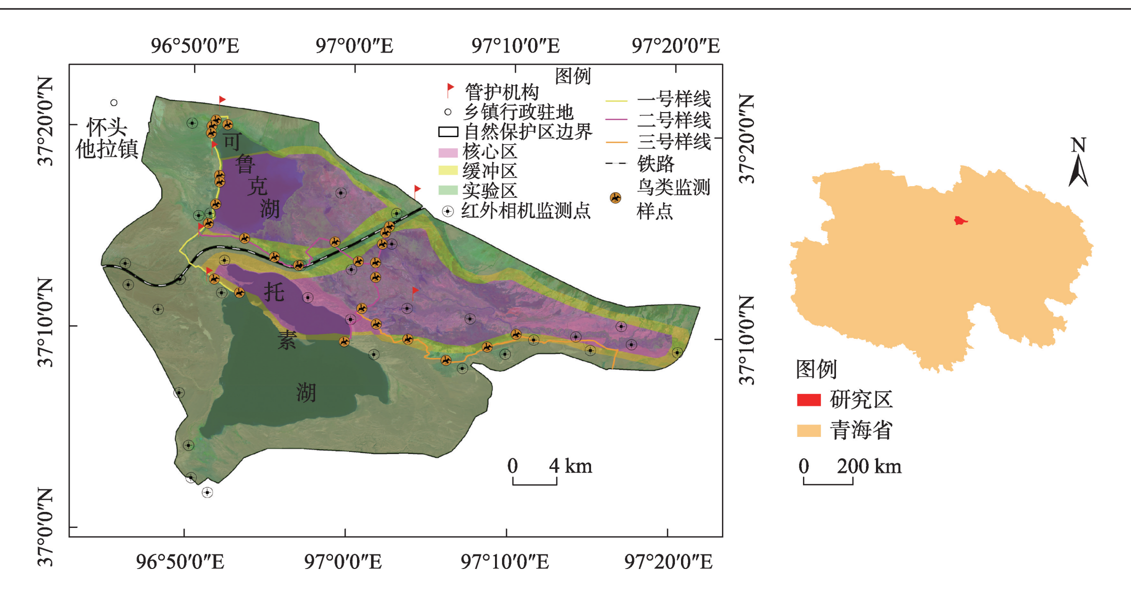


图1 可鲁克湖-托素湖自然保护区鸟类监测样线、样点及红外相机布设点

Fig. 1 Sketch map of bird survey points, lines and location of infra-red cameras set in Keluke Lake-Tuosu Lake Nature Reserve

气条件下进行，每日调查时间选在上午8:00—12:00和下午13:00—18:00展开调查，车速15~20 km·h^{-1}，使用高倍单筒望远镜和双筒望远镜进行直接观察计数，同时记录鸟类生境状况及人类活动干扰方式。各个样点停留观察时间15 min左右。调查时对每一条线展开不少于2次的重复调查。

在可鲁克湖-托素湖保护区利用红外相机法同期开展了兽类调查，点位见图1，所记录的鸟类数据作为鸟类物种的补充。红外相机于2020年9月底布设，并分别于2021年1月、3月、6月和10月进行4次电池更换及数据收集，确保红外相机正常运行。如发现不易辨识的鸟类，则使用数码长焦相机对其进行拍照，参照《中国鸟类野外手册》[9]和《中国鸟类与分布名录》第4版[10]进行物种鉴定及居留型判定。

1.2 数据处理

根据2019—2021年鸟类样线调查记录及红外相机监测结果计算鸟类群落组成数据；由于2021年调查记录鸟类物种数最多，因此根据2021年3—11月鸟类调查记录数据，计算各种鸟的遇见率，统计群落丰富度、均匀度和优势度。遇见率＝每种鸟每次调查记录到的数量(只)/调查时间(h)，对于留鸟遇见率取调查期间的平均值，对于候鸟和旅鸟遇见率取居留期间平均值。采用最大值保留法，处理所得到的数据。

采用Shannon-Wiener多样性指数H和Pielou均匀度指数E分析鸟类群落多样性，如下式所示。

$$H = -\sum P_i \lg P_i \tag{1}$$

式中：H为Shannon-Wiener多样性指数；P_i为第i个物种数量与各物种总个数之比。

$$E = H/\ln(S) \tag{2}$$

式中：E为Pielou均匀度指数；S为物种数。

2 结果与分析

2.1 鸟类群落物种组成

2019—2021年可鲁克湖-托素湖保护区共记录到鸟类138种，隶属于18目43科，占青海省鸟类记录种数(432种[11])的31.94%。其中，雀形目所含的物种数量最大，为43种，占保护区总物种数量的31.16%；其他依次为鸻形目24种(占17.39%)、雁形目(21种，占15.22%)、鹰形目(14种，占10.14%)、鹈形目(8种，占5.80%)、鹤形目(6种、占4.35%)，其余各目数量都少于4种。红外相机拍摄有效照片2093张，鸟类有效照片560张。共记录鸟类11目22科46种。

在43科鸟类中，鸭科的物种数量最大，为21种，占总物种数的15.22%，其次是鹰科(13种，9.42%)、鹬科(11种，7.97%)、鹟科(7种，5.07%)、鹭科(7种，5.07%)和鸻科(6种，4.35%)，其他均为5种及以下。保护区鸟类种群中有水鸟68种(占鸟类总物种数49.28%)，其中涉禽40种(占水鸟总物种数

的58.82%），游禽28种（占水鸟总物种数得41.18%）。猛禽20种（占鸟类总物种数14.49%），接近三江源国家公园猛禽数量23种[12]，猛禽数量占比超过国内猛禽分布的平均水平6.9%[12]。

铁爪鹀（*Calcarius lapponicus*）和蓝胸佛法僧（*Coracias garrulus*）为青海省鸟类新纪录。

2.2 保护鸟类组成

在保护区138种鸟类中，10种鸟类属于国家一级保护动物，分别为秃鹫(*Aegypius monachus*)、草原雕(*Aquila nipalensis*)、金雕(*Aquila chrysaetos*)、黑鹳(*Ciconia nigra*)、猎隼(*Falco cherrug*)、黑颈鹤(*Grus nigricollis*)、玉带海雕(*Haliaeetus leucoryphus*)、白尾海雕(*Haliaeetus albicilla*)、遗鸥(*Ichthyaetus relictus*)和胡兀鹫(*Gypaetus barbatus*)，占保护区鸟类总种数的7.25%；属于国家二级保护动物的鸟类有24种，分别为大石鸡(*Alectoris magna*)、白额雁(*Anser albifrons*)、长耳鸮(*Asio otus*)、纵纹腹小鸮(*Athene noctua*)、雕鸮(*Bubo bubo*)、大鵟(*Buteo hemilasius*)、毛脚鵟(*Buteo lagopus*)、棕尾鵟(*Buteo rufinus*)、白尾鹞(*Circus cyaneus*)、大天鹅(*Cygnus cygnus*)、燕隼(*Falco subbuteo*)、红隼(*Falco tinnunculus*)、蓑羽鹤(*Grus virgo*)、灰鹤(*Grus grus*)、高山兀鹫(*Gyps himalayensis*)、靴隼雕(*Hieraaetus pennatus*)、蓝喉歌鸲(*Luscinia svecica*)、斑头秋沙鸭(*Mergellus albellus*)、黑鸢(*Milvus migrans*)、白腰杓鹬(*Numenius arquata*)、鹗(*Pandion haliaetus*)、白琵鹭(*Platalea leucorodia*)、黑颈鸊鷉(*Podiceps nigricollis*)、黑尾地鸦(*Podoces hendersoni*)，占整个鸟类组成的17.39%。

在记录的138种鸟类中，世界自然保护联盟濒危物种红色名录中濒危物种有3种，分别是猎隼、草原雕、玉带海雕；易危物种有两种，分别是红头潜鸭、遗鸥；近危物种有黑颈鹤。分别有3种（黑颈鹤、遗鸥、白尾海雕）和23种（蓑羽鹤、灰鹤、黑鹳等）鸟类被列入CITES（濒危野生动植物种国际贸易公约）的附录Ⅰ和附录Ⅱ。

2.3 区系组成和居留型

可鲁克湖–托素湖保护区鸟类区系以古北界的物种最多，为66种，占总物种数的47.83%。古北东洋两界的物种有16种，占11.59%；广布种有52种，占37.68%；东洋界的物种有4种，白鹭（*Ardea albus*）、中白鹭（*Ardea intermedia*）、小云雀（*Aalauda gulgula*）、牛背鹭（*Bubulcus ibis*），占2.90%。青藏高原大部分物种都属古北界，青藏高原的保护区鸟类区系组成大多以古北界为主[12-13]。而可鲁克湖–托素湖的位置和功能使得鸟类区系组成既复杂，又特殊。

可鲁克湖–托素湖保护区有留鸟37种，占保护区鸟类总数的26.81%；夏候鸟56种，占40.58%；旅鸟有41种，占29.71%，是保护区鸟类的重要组成部分。繁殖鸟类共计93种，占鸟类总物种数的67.39%。可鲁克湖–托素湖保护区的夏候鸟和旅鸟占总物种数的70.29%，高于毗邻的隆宝国家级保护区[13]和三江源国家公园[12]。

2.4 鸟类种数及个体数量

由图2可见，2019—2021年观测到研究区鸟类物种数量持续增加。鸟类物种数由79种增加到116种，增加46.84%。观测期间夏候鸟物种数量增加10种（增加23.53%），旅鸟增加15种（88.24%）。3 a来保护区水鸟数量逐年增加，游禽物种数占水鸟物种总数比例上升，由2019年的39.47%增加至2021年的42.86%，涉禽物种数占比下降，由60.78%降至57.14%。

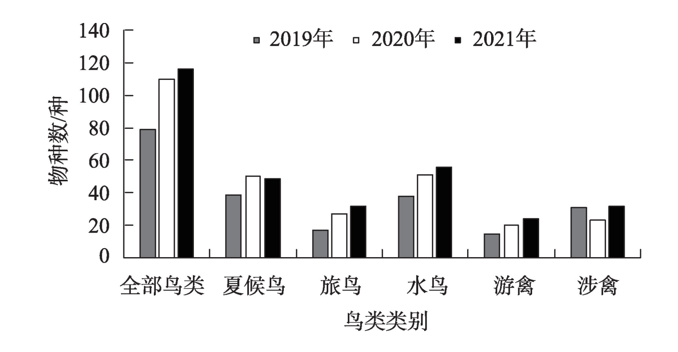


图2　研究区2019—2021年鸟类物种数量

Fig. 2　Numbers of different kind of birds in study area from 2019 to 2021

2019—2021年观测到的鸟类个体数量分别为7045只、14481只、24452只，个体数量增加2.47倍，其中白骨顶、赤嘴潜鸭、红头潜鸭数量增加显著。观测期间夏候鸟的个体数量从5741只（占当年鸟类个体数量的81.49%）增长到17374只（占71.05%），增加了2.03倍。其中赤嘴潜鸭的数量由1723只增加至11040只。旅鸟数量从2019年的545只增长到2021年的5425只，增加了7.95倍，其中红头潜鸭的数量由111只增加到4510只。红头潜鸭等鸭科鸟类数量的增加使得旅鸟在鸟类种群数量中的占比

增大。

2.5 鸟类群落多样性分析

2019—2021年可鲁克湖－托素湖保护区鸟类群落Shannon-Wiener多样性指数分别为2.45、3.49和3.64，均匀度Pielou指数分别为0.46、0.61和0.63。2019—2021年丰富度指数和均匀度指数均增加。2019—2021年保护区物种数增加，特别是夏候鸟和旅鸟种数及数量的增加导致2020年、2021年多样性指数的增长。2019年保护区鸟类遇见率大于100的鸟类只有赤嘴潜鸭，2020年、2021年遇见率大于100的分别有8种和14种，优势种鸟类数量增多，群落均匀度指数增加。

可鲁克湖－托素湖保护区鸟类群落Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数均在6月份达到最大值。6月份主要是繁殖的夏候鸟和留鸟，各个物种在数量上基本一致，群落内物种数量分布均匀，因此，均匀度指数和多样性指数均达到最高值；而12月气候寒冷，夏候鸟迁飞，湖水结冰，不能为鸟类提供丰富食源和栖息场所，留鸟开始集群觅食，优势种地位突出，从而导致Shannon-Wiener指数、Pielou均匀度指数最低。

3 讨 论

可鲁克湖－托素湖保护区调查记录国家一级、二级保护动物34种，占保护区鸟类总数的24.64%，高于国家平均水平15.6%[14-15]。而黄河源头区的扎陵湖－鄂陵湖国际重要湿地记录国家一级、二级保护鸟类19种[16]；毗邻的青海隆宝国家级保护区记录国家一级、二级保护鸟类21种[13]；青海南门峡国家湿地公园一级、二级保护鸟类16种[17]；三江源国家公园国家一级、二级保护鸟类共35种[12]。可鲁克湖–托素湖保护区为大量保护鸟类提供了栖息地。同时，可鲁克湖–托素湖保护区鸟类组成以迁徙、繁殖鸟类为主，是迁徙鸟类在柴达木盆地荒漠地带重要的繁殖育雏栖息地及鸟类迁徙途中停歇场所。

2019—2021年可鲁克湖–托素湖保护区水鸟物种数量68种，高出青藏高原湖泊保护区青海湖国家级自然保护区15种[18]。2019—2021年分别调查到黑颈鹤有69只、118只、91只，保护区是青藏高原黑颈鹤重要的繁殖栖息地。2021年保护区赤嘴潜鸭有11040只，数量可观。在可鲁克湖–托素湖定期栖息的黑颈鹤和赤嘴潜鸭的数量超过了其全球种群数量的1%，根据《湿地公约》划建国际重要湿地的标准6，“如果一块湿地定期栖息有一个水禽物种或亚种某一种群的1%，就应考虑其具有国际重要性”。因此，建议政府相关部门高度重视，加大对可鲁克湖–托素湖保护区的保护力度，争取可鲁克湖–托素湖国际重要湿地申报成功。

气候是控制湿地消长最根本的动力因素，气候变化对湿地的物质循环、能量循环、湿地生产力、湿地动植物均会产生重要影响[19-20]。2000—2021年柴达木盆地气候趋于暖湿化，平均气温以0.12 ℃·$(10a)^{-1}$的速率极显著升温，降水以16.06 mm·$(10a)^{-1}$的速率增加[21]。调查中发现2020年、2021年可鲁克湖、托素湖水位上升，可鲁克湖和托素湖之间的链嗒河面积扩大，形成了宽阔的水域，加上河道丰富的鱼类资源，为更多的鸟类提供了适宜的栖息地。2019年、2021年保护区物种数量及物种个体数量均增加显著，水鸟及游禽数量增加显著。个体数量最多的赤嘴潜鸭由2019年的1723只增加到2021年的11040只，且大部分赤嘴潜鸭栖息于链嗒河。因此，可鲁克湖水鸟、游禽增多可能与气候暖湿化引起的水位上涨有关。

鸟类是湿地生态系统中最活跃的组成部分之一，对气候和环境变化相当敏感[22]。全球气候变暖改变着鸟类迁徙行为，使得许多鸟类的分布向极地或高海拔区移动[23-24]。2019—2021年可鲁克湖－托素湖鸟类调查发现赤嘴潜鸭，普通秋沙鸭、白骨顶，赤膀鸭、凤头鸊鷉、绿翅鸭、绿头鸭中的部分鸟类由夏候鸟变成留鸟，在保护区既有繁殖地又有越冬地，夏季在芦苇丛繁殖，冬季集群栖息于托素湖入口处未结冰的水域，不再迁徙。鸟类迁徙或居留最终取决于繁殖地冬季的最低气温[25]。气候变化可能使得鸟类迁徙变得容易完成，假如气候变化使得繁殖地能越冬，将导致部分迁徙群倾向于居留，从而使得鸟类居留型发生改变。建议保护区开展连续的鸟类种群监测，建立完整的鸟类数据监测系统，并完善监测方法，对保护区鸟类，特别是迁徙鸟类的迁徙时间节点、居留型改变鸟类的种群数量、越冬地选择、产卵期等进行长期的监测和研究。

鸟类调查记录和保护区安装的红外相机照片结果显示，在可鲁克湖–托素湖鸟类栖息地出现最多的家畜是羊，常常数百头同时出现。保护区范围

内均为牧户草场,除牛羊外,牧户也广泛养殖马和骆驼。可鲁克湖-托素湖鸟类以湿地水鸟为主,大部分游禽和涉禽都有岛屿或特定的繁殖迁徙聚集地,家畜放牧对鸟类的影响需进一步监测和评估。

4 结 论

本文采用样线样点法和红外相机法对可鲁克湖-托素湖保护区鸟类种类和个体数进行监测记录,分析了该保护区的鸟类群落组成、保护鸟类组成、鸟类种群个体数量及种群多样性指数的变化。主要结论如下:

(1) 2019—2021年可鲁克湖-托素湖保护区共记录鸟类18目43科138种,以雀形目、鸻形目、雁形目、鹰形目居多。其中,国家一级、二级保护鸟类共计34种。铁爪鹀和蓝胸佛法僧为青海省鸟类新记录。

(2) 2019—2021年可鲁克湖-托素湖保护区鸟类物种数和鸟类个体数量持续增加。黑颈鹤和赤嘴潜鸭的个体数达到全球种群数量1%标准。3 a间鸟类群落Shannon-Wiener多样性指数和均匀度Pielou指数均增加。鸟类种群数量在不断扩大的过程中优势种鸟类物种数量增多。

(3) 赤嘴潜鸭,普通秋沙鸭、白骨顶,赤膀鸭、凤头鸊鷉、绿翅鸭、绿头鸭中的部分鸟类在可鲁克湖-托素湖保护区越冬,居留型发生改变。

参考文献(References):

[1] 杨福囤, 杨勇刚. 青海省生物多样性的关键地区[J]. 青海环境, 1995, 16(2): 61-64. [Yang Futun, Yang Yonggang. The key area of biodiversity in Qinghai Province[J]. Qinghai Environment, 1995, 16(2): 61-64.]

[2] Sekercioglu C H, Schneider S H, Fay J P, et al. Climate change and fitness components of a migratory bird breeding in the Mediterranean Region[J]. Global Change Biology, 2008, 9: 461-472.

[3] 李明, 何克, 李建国, 等. 卧龙国家级自然保护区鸟类多样性[J]. 西华师范大学学报, 2019, 40(2): 105-111. [Li Ming, He Ke, Li Jianguo, et al. Bird diversity at Wolong National Nature Reserve [J]. Journal of China West Normal University, 2019, 40(2): 105-111.]

[4] Furness R W, Greenwood J D. Birds as Monitors of Environmental Change[M]. Chapman&Hall, London: Springer, 1993.

[5] 龙启福, 封希媛, 刘静, 等. 青藏高原克鲁克-托素湖湿地系统微生物多样性[J]. 地球与环境, 2017, 45(4): 399-407. [Long Qifu, Feng Xiyuan, Liu Jing, et al. Microbial diversity of Keluke-tuosu Lake Wetland Reserve in Qinghai-Tibet Plateau[J]. Earth and Environment, 2017, 45(4): 399-407.]

[6] 伏洋, 肖建设, 校瑞香, 等. 气候变化对柴达木盆地水资源的影响——以可鲁克湖流域为例[J]. 冰川冻土, 2008, 30(6): 998-1006. [Fu Yang, Xiao Jianshe, Xiao Ruixiang, et al. Impact of climate change on water resources in the Qaidam Basin—A case study in the Keluke Lake Basin[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2008, 30(6): 998-1006.]

[7] 曹广超, 马海州, 曾永年, 等. 柴达木盆地绿洲区可持续发展现状的定量评价研究[J]. 干旱区资源与环境, 2003, 17(3): 28-34. [Cao Guangchao, Ma Haizhou, Zeng Yongnian, et al. Quantitative evaluation of sustainable development in Oasis of Qaidam Basin [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2003, 17 (3): 28-34.]

[8] 杨萍, 马海州, 沙占江. 柴达木盆地土地资源的利用现状及可持续利用[J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 2005, 29(3): 92-95. [Yang Ping, Ma Haizhou, Sha Zhanjiang. Analyses of land resources and sustainable use of land in the Qaidam Basin based on GIS[J]. Journal of Qinghai Normal University (Natural Science), 2005, 29(3): 92-95.]

[9] 约翰·马敬能. 中国鸟类野外手册[M]. 北京: 商务印书馆, 2022. John MacKinnon. Guide to the Birds of China[M]. Beijing: Commercial Press, 2022.]

[10] 郑广美. 鸟类学[旅鸟] [M]. 第二版. 北京: 北京师范大学出版社, 2012. [Zheng Guangmei. Ornithology [Traveling Birds] [M]. 2th ed. Beijing: Beijing Normal University Press, 2012.]

[11] 陈振宁. 青海鸟类图鉴[M]. 青海: 青海人民出版社, 2020. [Chen Zhenning. A Photographic Guide to the Birds of Qinghai[M]. Qinghai: Qinghai People's Publishing House, 2020.]

[12] 高红梅, 蔡振媛, 覃雯, 等. 三江源国家公园鸟类物种多样性研究[J]. 生态学报, 2019, 39(22): 8254-8270. [Gao Hongmei, Cai Zhenyuan, Qin Wen, et al. Species diversity of birds in the Three-River-Source National Park[J]. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39 (22): 8254-8270.]

[13] 朵海瑞, 季海川, 杨芳, 等. 青海隆宝国家级自然保护区湿地鸟类多样性[J]. 湿地科学与管理, 2022, 18(6): 33-41. [Duo Hairui, Ji Haichuan, Yang Fang, et al. Diversity of wetland birds at Longbao National Nature Reserve in Qinghai[J]. Wetland Science and Management, 2022, 18(6): 33-41.]

[14] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录(第四版)[M]. 北京: 科学出版社, 2017. [Zheng Guangmei. A Checklist on the Classification and Distribution of the Birds of China[M]. 4th ed. Beijing: Science Press, 2017.]

[15] 张雁云, 张正旺, 董路, 等. 中国鸟类红色名录评估[J]. 生物多样性, 2016, 24(5): 568-577. [Zhang Yanyun, Zhang Zhengwang, Dong Lu, et al. Assessment of red list of birds in China[J]. Biodiversity Science, 2016, 24(5): 568-577.]

[16] 巩匆然, 杨东东, 李印虎, 等. 扎陵湖-鄂陵湖国际重要湿地鸟类群落物种多样性[J]. 湿地科学, 2022, 20(1): 15-23. [Gong Congran, Yang Dongdong, Li Yinhu, et al. Species diversity of birds communities in Zhaling Lake and Erling Lake wetlands of international importance[J]. Wetland Science, 2022, 20(1): 15-23.]

[17] 贾慧萍, 安红婧, 吴谦, 等. 青海省南门峡国家湿地公园鸟类群落多样性[J]. 湿地科学, 2022, 20(2): 232-238. [Jia Huiping, An Hongjing, Wu Qian, et al. Diversity of bird community in South Gate Gap National Wetland Park in Qinghai Province[J]. Wetland Science, 2022, 20(2): 232-238.]

[18] 代云川, 王秀磊, 马国青, 等. 青海湖国家级自然保护区水鸟群

落多样性特征[J]. 林业资源管理, 2018(2): 75-80. [Dai Yunchuan, Wang Xiulei, Ma Guoqing, et al. Diversity characteristics of waterfowl community in Qinghai Lake National Nature Reserve[J]. Forest Resources Management, 2018(2): 75-80.]

[19] 李凤霞, 常国刚, 肖建设. 黄河源区湿地变化与气候变化的关系研究[J]. 自然资源学报, 2009, 24(4): 683-690. [Li Fengxia, Chang Guogang, Xiao Jianshe. Relationship between wetland changes and climate change in the Yellow River Source Region[J]. Journal of Nature Resources, 2009, 24(4): 683-690.]

[20] 高永刚, 赵慧颖, 宋卫士, 等. 呼伦湖湿地消长对气象水文因子变化的响应[J]. 应用气象学报, 2012, 23(4): 459-466. [Gao Yonggang, Zhao Huiying, Song Weishi, et al. Response of rise and fall in Hulun Lake Wetland to meteorological and hydrological factor change[J]. Journal of Applied Meteorological Science, 2012, 23(4): 459-466.]

[21] 曹晓云, 祝存兄, 陈国茜, 等. 2000—2021年柴达木盆地地表绿度变化及地形分异研究[J]. 生态环境学报, 2022, 31(6): 1080-1090. [Cao Xiaoyun, Zhu Cunxiong, Chen Guoqian, et al. Surface greenness change and topographic differentiation over Qaidam Basin from 2000 to 2021[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2022, 31(6): 1080-1090.]

[22] 吴伟伟, 徐海根, 吴军, 等. 气候变化对鸟类影响的研究进展[J]. 生物多样性, 2012, 20(1): 108-115. [Wu Weiwei, Xu Haigen, Wu Jun, et al. The impact of climate change on birds: A review[J]. Biodiversity Science, 2012, 20(1): 108-115.]

[23] Both C, Bouwhis S, Lessells C M, et al. Climate change and population declines in a long-distance migratory bird[J]. Nature, 2006, 441: 81-83.

[24] Huntley B, Collingham Y C, Green R E, et al. Potential impacts of climatic change upon geographical distributions of birds[J]. Ibis, 2006, 148(Suppl.): 8-28.

[25] Valiela I, Bowen J L. Shifts in winter distributions in birds: Effect of global warming and local habitat change[J]. AMBIO: A Journal of the Human Environment, 2003, 32: 476-480.

Bird diversity at the Keluke Lake-Tuosu Lake Nature Reserve in Qaidam Basin

DUO Hairui[1], Aoyunbater[2], WU Jian[3], LUO Hongwei[3], TONG Dexing[2], KONG Fanyan[2], YANG Fang[4], WEI Tingting[4]

(1. Qinghai Normal University, Xining 810000, Qinghai, China; 2. Qinghai Keluke Lake-Tuosu Lake Provincial Nature Reserve Service Center, Delingha 817000, Qinghai, China; 3. Delingha Forestry and Grassland Administration, Delingha 817099, Qinghai, China; 4. Qinghai Duomei Ecological Environmental Protection Technology Co., Ltd., Xining 810000, Qinghai, China)

Abstract: The Keluke Lake-Tuosu Lake Nature Reserve is a key wetland that represents the only large-scale stopover site and an important habitat for migratory birds in the desert area of the Qaidam Basin, China. These birds migrate along the Central Asian-Indian migration route, which is part of the global migratory bird network. Most birds in the reserve are migratory birds. In this study, their diversity was investigated using a sample line survey and fixed points. A total of 18 families, 43 genera, and 138 species of birds were recorded, with 10 and 24 of the latter being listed as class I and class II wild species, respectively, which are protected nationwide in China. From 2019 to 2021, the number of bird species increased by 37%, with summer visitors and traveling birds increasing by 23.53% and 88.24%, respectively, which corresponded to their numbers increasing by 2.03 and 7.95 times. Summer visitors and traveling birds are important members of the bird community. The values of the Shannon-Wiener index of richness and the Pielou index of evenness for the bird community increased from 2.45 and 0.46 in 2019 to 3.64 and 0.63 in 2021, respectively. Bird diversity was shown to be high in the Keluke Lake-Tuosu Lake Nature Reserve, with the populations of black-necked cranes and red-crested pochards reaching the 1% population standard established for Ramsar sites. Therefore, an application for the designation of the reserve as a Ramsar site needs to be made as soon as possible. Some individuals belonging to seven bird species, including red-crested pochard and common merganser among others, survived through winter in the Keluke Lake-Tuosu Lake Nature Reserve. Long-term bird diversity studies should be conducted in this area.

Keywords: wetland; the Keluke Lake-Tuosu Lake Nature Reserve; bird composition; bird diversity